

**Liquid crystal display projector**

Patent Number: DE19607510  
Publication date: 1996-08-29  
Inventor(s): NOGUCHI MASATO (JP)  
Applicant(s): ASAHI OPTICAL CO LTD (JP)  
Requested Patent: ☒ DE19607510  
Application Number: DE19961007510 19960228  
Priority Number(s): JP19950064866 19950228  
IPC Classification: H04N9/31  
EC Classification: H04N9/31V  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The projector has a white light source providing polarised light passed through a number of liquid crystal display fields (30,31,32,33), for modulation of the polarised light. A number of reflection devices (21,22,23,24) each reflect part of the polarised light with a given polarisation direction and a respective wavelength band onto a given area of a corresponding liquid crystal display field, the light outputs received from all the liquid crystal display fields being combined..

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Off nlegungsschrift  
10 DE 196 07 510 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 04 N 9/31

21 Aktenzeichen: 196 07 510.6  
22 Anmeldetag: 28. 2. 96  
43 Offenlegungstag: 29. 8. 98

DE 196 07 510 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
28.02.95 JP P 7-64866

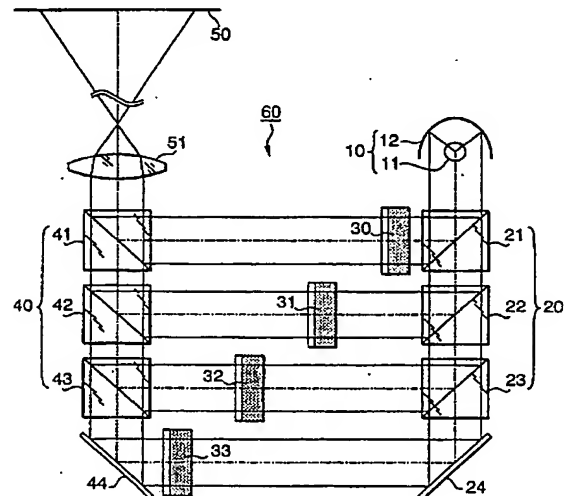
71 Anmelder:  
Asahi Kogaku Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
Schaumburg und Kollegen, 81679 München

72 Erfinder:  
Noguchi, Masato, Tokio/Tokyo, JP

54 LCD-Projektor und Verfahren zur Projektion

57 Ein LCD-Projektor (60, 160) enthält eine Weißlichtquelle (10) zur Abgabe eines regellos polarisierten Lichtflusses sowie mehrere LCD-Felder (30, 31, 32, 33) zur Modulation durch sie hindurch tretender Lichtflüsse. Der LCD-Projektor (60, 160) enthält auch vier Reflexionsvorrichtungen (21, 22, 23, 24; 121, 122, 123, 124). Die erste Reflexionsvorrichtung reflektiert einen ersten Teil des Lichtflusses mit einer ersten Polarisation und einer Wellenlänge in einem ersten vorbestimmten Bereich auf das erste LCD-Feld (30). Die zweite Reflexionsvorrichtung reflektiert einen zweiten, nicht auf das erste LCD-Feld (30) reflektierten Teil des Lichtflusses auf das zweite LCD-Feld (31). Der zweite Teil des Lichtflusses hat die erste Polarisation und eine Wellenlänge in einem zweiten vorbestimmten Bereich. Die dritte Reflexionsvorrichtung reflektiert einen dritten, nicht auf das zweite LCD-Feld (31) reflektierten Teil des Lichtflusses auf das dritte LCD-Feld (32). Der dritte Teil des Lichtflusses hat die erste Polarisation und eine Wellenlänge in einem dritten vorbestimmten Bereich. Die vierte Reflexionsvorrichtung reflektiert einen vierten, nicht auf das dritte LCD-Feld (32) reflektierten Teil des Lichtflusses auf das vierte LCD-Feld (33). Der vierte Teil des Lichtflusses hat eine zweite Polarisation.



DE 196 07 510 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 98 602 035/595

13/24

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen LCD-(Flüssigkristallanzeige)-Projektor zum Projizieren eines Farbbildes auf einen Schirm und ein Verfahren zum Projizieren unter Verwendung des Projektors.

- 5 Bisher hat ein Farb-LCD-Projektor eine Lichtquelle, die regellos polarisiertes weißes Licht abgibt. Der von der Lichtquelle abgegebene Lichtfluß wird mit mehreren dichroitischen Spiegeln in drei Lichtflußkomponenten aufgeteilt, nämlich in blaues, grünes und rotes Licht. Jede Lichtflußkomponente wird durch ein LCD-Feld geleitet, das den Lichtfluß entsprechend Bilddaten moduliert, die durch ein Videosignal bereitgestellt werden. Die Lichtflußkomponenten werden dann wieder kombiniert und auf einen Schirm projiziert. Eine Polarisations-  
10 platte ist zwischen der Lichtquelle und dem LCD-Feld angeordnet, um die Polarisationsrichtung des Lichtflusses, der auf jedes LCD-Feld fällt, zu gleich zu machen. Durch Lichtverlust an der Polarisationsplatte ist die auf den Schirm projizierte Lichtmenge nur noch die Hälfte der von der Lichtquelle abgegebenen Lichtmenge. Deshalb ist der Schirm im Vergleich zu dem von der Lichtquelle abgegebenen Licht dunkel.

- Um dieses Problem zu lösen, wurde ein LCD-Projektor vorgeschlagen, bei dem weitgehend das gesamte Licht der Lichtquelle auf den Schirm projiziert wird. Wie Fig. 1 zeigt, fällt bei diesen Projektor der von der Lichtquelle 1 erzeugte Lichtfluß auf einen polarisierenden Strahlenteiler. Eine P-polarisierte Lichtkomponente fällt durch den polarisierenden Strahlenteiler 2 auf ein LCD-Feld 3a. Ferner wird eine S-polarisierte Lichtkomponente, die an dem polarisierenden Strahlenteiler polarisiert wird, farblich mit dichroitischen Spiegeln 4a und 4b aufgeteilt und fällt dann auf ein rotes, ein grünes und ein blaues LCD-Feld 3b, 3c und 3d. Die Lichtflüsse, die durch jedes  
20 LCD-Feld 3a, 3b, 3c und 3d fallen, werden mit den durch das Videosignal bereitgestellten Bilddaten moduliert und dann zu einem einzigen Lichtfluß mit dichroitischen Spiegeln 5a, 5b und einem polarisierenden Strahlenteiler 6 kombiniert. Dann wird der kombinierte Lichtfluß mit einem Projektionsobjektiv 7 auf einen Schirm 8 projiziert.

- Der polarisierende Strahlenteiler 2 muß eine Reflexionseigenschaft für das S-polarisierte Licht haben, wie  
25 Fig. 2 zeigt, wo das gesamte sichtbare Licht vollständig reflektiert wird. Dies ist nötig, wenn das durchgelassene und das reflektierte Licht weiß sein sollen.

- Berücksichtigt man aber den Schichtaufbau bei dem polarisierenden Strahlenteiler 2, so ist es schwierig, hier die in Fig. 2 gezeigten idealen spektralen Reflexionseigenschaften zu realisieren. Es ist daher möglich, daß der polarisierende Strahlenteiler 2 nicht alles Licht innerhalb des gesamten sichtbaren Bereichs vollständig reflektieren kann. Wenn die S-polarisierte Lichtkomponente im sichtbaren Bereich durch den polarisierenden Strahlenteiler 2 auf das Helligkeits-LCD-Feld 3a fällt, so wird das P-polarisierte Licht als Lichtfluß projiziert, bei dem helle  
30 und dunkle Bereiche umgekehrt sind.

Dadurch kann die Helligkeitsverteilung des projizierten Bildes gestört sein.

- Ferner kann der polarisierende Strahlenteiler 2 zwar ideale spektrale Reflexionseigenschaften haben, hierzu  
35 ist jedoch eine kostspielige und genaue Aufbau- und Herstellungstechnik nötig, die die Herstellkosten des polarisierenden Strahlenteilers erhöht. Daher erhöht sich dann auch der Preis für den gesamten LCD-Projektor wesentlich.

- Es ist Aufgabe der Erfindung, einen LCD-Projektor anzugeben, der ein stabiles Bild mit einem relativ preiswerten polarisierenden Strahlenteiler abgibt und eine Projektion eines Lichtflusses auf einen Schirm  
40 ermöglicht, bei der praktisch das gesamte von der Lichtquelle abgegebene Licht genutzt wird.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. 18. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 17.

- Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist ein LCD-Projektor vorgesehen, der einen mit einer weißen Lichtquelle regellos polarisierten Lichtfluß abgibt und mehrere LCD-Felder zum Modulieren von Lichtflüssen hat, die durch sie hindurchtreten. Der LCD-Projektor hat auch vier Reflexionsvorrichtungen. Die erste reflektiert einen ersten Teil des Lichtflusses mit einer ersten Polarisation und einer Wellenlänge in einem ersten vorbestimmten Bereich auf das erste LCD-Feld. Die zweite Reflexionsvorrichtung reflektiert einen zweiten Teil des Lichtflusses, der nicht auf das erste LCD-Feld reflektiert wird, auf das zweite LCD-Feld. Der zweite Teil des Lichtflusses hat die erste Polarisation und eine Wellenlänge in einem zweiten vorbestimmten Bereich. Die dritte  
50 Reflexionsvorrichtung reflektiert einen dritten Teil des Lichtflusses, der nicht auf das zweite LCD-Feld reflektiert wird, auf das dritte LCD-Feld. Der dritte Teil des Lichtflusses hat die erste Polarisation und eine Wellenlänge in einem dritten vorbestimmten Bereich. Die vierte Reflexionsvorrichtung reflektiert einen vierten Teil des Lichtflusses, der nicht auf das dritte LCD-Feld reflektiert wird, auf das vierte LCD-Feld. Der vierte Teil des Lichtflusses hat die zweite Polarisation.

- Somit wird bei einer vorzugsweisen Ausführungsform der Erfindung der Lichtfluß in drei Lichtflüsse mit unterschiedlichen Wellenlängenbereichen geteilt. Ferner hat jeder der drei Lichtflüsse dieselbe Polarisation. Durch Verwenden von vier Reflexionsvorrichtungen mit den genannten Reflexionsspektren können die Herstellkosten einer jeden Reflexionsvorrichtung reduziert werden, und daher werden auch die Herstellkosten des LCD-Projektors reduziert. Wahlweise enthält der LCD-Projektor ferner drei Kombinationsvorrichtungen zum  
60 Kombinieren der getrennten Lichtflüsse. Die erste Kombinationsvorrichtung kombiniert den modulierten dritten Teil des Lichtflusses, der durch das dritte LCD-Feld geleitet wird, mit dem modulierten vierten Teil des Lichtflusses, der durch das vierte LCD-Feld geleitet wird, zu einem ersten kombinierten Lichtfluß. Die zweite Kombinationsvorrichtung kombiniert den modulierten zweiten Teil des Lichtflusses, der durch das zweite LCD-Feld geleitet wird, mit dem ersten kombinierten Lichtfluß zu einem zweiten kombinierten Lichtfluß. Die dritte Kombinationsvorrichtung kombiniert den modulierten ersten Teil des Lichtflusses, der durch das erste  
65 LCD-Feld geleitet wird, mit dem zweiten kombinierten Lichtfluß zu einem dritten kombinierten Lichtfluß. Der LCD-Projektor enthält auch eine Vorrichtung zum Projizieren des dritten kombinierten Lichtflusses auf einen Schirm.

Nachdem die LCD-Felder die Lichtflüsse entsprechend Bilddaten aus einem Videosignal moduliert haben, werden die modulierten Lichtflüsse wieder zu einem einzigen Lichtfluß kombiniert und dann auf den Schirm projiziert.

In einer vorzugsweisen Ausführungsform enthält der vierte Reflektor einen Spiegel zur Reflexion der vier Lichtflüsse auf das vierte LCD-Feld.

Alternativ kann der LCD-Projektor auch einen weiteren Spiegel zur Reflexion des modulierten vierten Teils des Lichtflusses auf die erste Kombinationsvorrichtung enthalten, nachdem er das vierte LCD-Feld durchlaufen hat.

Bei dem LCD-Projektor nach der Erfindung hat der erste Teil des Lichtflusses, der mit der ersten Reflexionsvorrichtung reflektiert wird, eine Wellenlänge, die kürzer als ein vorbestimmter Bereich ist. Ähnlich hat der zweite Teil des Lichtflusses, der mit der zweiten Reflexionsvorrichtung reflektiert wird, eine Wellenlänge, die kürzer als eine zweite vorbestimmte Wellenlänge ist, wobei die zweite vorbestimmte Wellenlänge länger als die erste vorbestimmte Wellenlänge ist. Ferner hat der dritte Teil des an der dritten Reflexionsvorrichtung reflektierten Lichtflusses eine Wellenlänge, die länger als die zweite vorbestimmte Wellenlänge ist.

In diesem Fall ist die erste vorbestimmte Wellenlänge an der Blau-Grün-Grenze und die zweite vorbestimmte Wellenlänge an der Grün-Rot-Grenze. Bei dem vorzugsweisen Ausführungsbeispiel enthalten die erste, die zweite und die dritte Reflexionsvorrichtung jeweils einen polarisierenden Strahlenteil. Jeder polarisierende Strahlenteiler reflektiert S-polarisierten Lichtfluß, bei dem der elektrische Vektor senkrecht zur Einfallsebene des ersten polarisierenden Strahlenteilers liegt, und läßt P-polarisierten Lichtfluß durch, bei dem der elektrische Vektor parallel zur Einfallsebene des ersten polarisierenden Strahlenteilers liegt.

Ferner enthält jede Kombinationsvorrichtung auch einen polarisierenden Strahlenteiler, der ein ähnliches Reflexionsspektrum wie ein polarisierender Strahlenteiler einer entsprechenden Reflexionsvorrichtung hat. Daher verringert sich die Zahl unterschiedlicher polarisierender Strahlenteiler, die zur Herstellung des LCD-Projektors erforderlich sind.

Bei dem vorzugsweisen Ausführungsbeispiel ist die erste Reflexionsvorrichtung so angeordnet, daß der Einfallswinkel des Lichtflusses gleich dem Brewster-Winkel ist. Ferner sind die zweite, die dritte und die vierte Reflexionsvorrichtung parallel zur ersten angeordnet.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein LCD-Projektor vorgesehen, der eine Lichtquelle für einen Lichtfluß mit regellos polarisiertem weißen Licht sowie drei polarisierende Strahlenteiler enthält. Der erste Strahlenteiler hat ein Reflexionsspektrum zur Reflexion des roten oder des blauen Lichtes des Lichtflusses mit einer ersten Polarisation. Der Rest des Lichtflusses wird durch den ersten polarisierenden Strahlenteiler durchgelassen. Der zweite polarisierende Strahlenteiler hat ein Reflexionsspektrum zur Reflexion eines Teils des von dem ersten polarisierenden Strahlenteiler durchgelassenen Lichtflusses mit grünem Licht und der ersten Polarisation. Ein weiterer Restteil des Lichtflusses wird durch den zweiten polarisierenden Strahlenteiler durchgelassen. Der dritte polarisierende Strahlenteiler hat ein Reflexionsspektrum zur Reflexion eines Teils des von dem zweiten polarisierenden Strahlenteiler durchgelassenen Lichtflusses mit dem roten oder dem blauen Licht und der ersten Polarisation, der nicht an dem ersten polarisierenden Strahlenteiler reflektiert wurde. Ein dritter Restteil des Lichtflusses wird von dem dritten polarisierenden Strahlenteiler durchgelassen. Der LCD-Projektor enthält auch drei LCD-Felder, von denen jedes eine der reflektierten Lichtkomponenten moduliert, und ein viertes LCD-Feld zur Modulation einer Lichtkomponente mit einer zweiten Polarisation, die durch den dritten polarisierten Strahlenteiler durchgelassen wird.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Trennen eines regellos polarisierten Lichtflusses einer weißen Lichtquelle in einem LCD-Projektor in verschiedene Lichtkomponenten unterschiedlicher Wellenlängenbereiche und Polarisationen vorgesehen. Dieses Verfahren enthält folgende Schritte:

Reflexion eines ersten Teils des Lichtflusses mit erster Polarisation und einer Wellenlänge in einem ersten vorbestimmten Bereich auf ein erstes LCD-Feld,

Reflexion eines zweiten Teils des Lichtflusses, der an dem ersten LCD-Feld nicht reflektiert wird, auf ein zweites LCD-Feld, wobei der zweite Teil des Lichtflusses die erste Polarisation und eine Wellenlänge in einem zweiten vorbestimmten Bereich hat,

Reflexion eines dritten Teils des Lichtflusses, der an dem zweiten LCD-Feld nicht reflektiert wird, auf ein drittes LCD-Feld, wobei der dritte Teil des Lichtflusses die erste Polarisation und eine Wellenlänge in einem dritten vorbestimmten Bereich hat, und

Reflexion eines vierten Teils des Lichtflusses, der nicht auf das dritte LCD-Feld reflektiert wird, auf ein viertes LCD-Feld, wobei der vierte Teil des Lichtflusses eine zweite Polarisation hat.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung eines konventionellen LCD-Projektors,

Fig. 2 die graphische Darstellung der Reflexionseigenschaft eines polarisierenden Strahlenteilers des LCD-Projektors in Fig. 1,

Fig. 3 die schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 4A, 4B und 4C graphische Darstellungen der Reflexionseigenschaft eines polarisierenden Strahlenteilers des in Fig. 3 gezeigten LCD-Projektors, und

Fig. 5 die schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 3 zeigt den Aufbau des optischen Systems eines ersten Ausführungsbeispiels eines LCD-Projektors nach der Erfindung. Dieser enthält eine Lichtquelleneinheit 10, eine polarisierende Strahlenteilergruppe 20, vier LCD-Felder 30, 31, 32 und 33, eine polarisierende Strahlenteilergruppe 40 und ein Projektionsobjektiv 51.

Die Lichtquelleneinheit 10 enthält eine Lichtquelle 11, z. B. eine Xenonlampe, die regellos polarisiertes weißes Licht erzeugt, und einen konkaven Spiegel 12 zur Reflexion des mit der Lichtquelle 11 erzeugten Lichtflusses in einer Richtung.

Die polarisierende Strahlenteilergruppe 20 trennt den von der Lichtquelle 10 erzeugten Lichtfluß in separate Farblichtflüsse. Sie enthält drei polarisierende Strahlenteiler 21, 22 und 23, die jeweils als kubisches Prisma ausgebildet sind.

Drei separate S-polarisierte Lichtflüsse werden über die drei LCD-Felder 30, 31 und 32 geleitet. S-polarisierte Lichtflüsse werden so polarisiert, daß der elektrische Vektor senkrecht auf der Einfallsebene steht. Jedes LCD-Feld moduliert den jeweiligen Lichtfluß so, daß das gewünschte Bild aus einer Videoquelle projiziert werden kann. Ein P-polarisierter Lichtfluß, der durch den polarisierenden Strahlenteiler 21 fällt, wird auf ein Helligkeits-LCD-Feld 33 geleitet. P-polarisierter Lichtfluß ist so polarisiert, daß der elektrische Vektor parallel zur Einfallsebene steht.

Nachdem die drei S-polarisierten Lichtflüsse und der P-polarisierte Lichtfluß mit den LCD-Feldern 30, 31, 32 und 33 jeweils moduliert sind, werden sie mit der polarisierenden Strahlenteilergruppe 40 wieder zu einem einzigen Lichtfluß kombiniert. Dieser fällt dann auf das Projektionsobjektiv 51, welches das Farbbild auf einen Schirm 50 projiziert.

Die polarisierende Strahlenteilergruppe 20, die LCD-Felder 30 bis 34 und die polarisierende Strahlenteilergruppe 40 werden im folgenden noch eingehender erläutert.

Wie vorstehend bemerkt, enthält die polarisierende Strahlenteilergruppe 20 die polarisierenden Strahlenteiler 21 bis 23. Der polarisierende Strahlenteiler 21 reflektiert die S-polarisierten Lichtkomponenten, deren Wellenlänge kürzer als die blau-grüne Wellenlänge  $\lambda_1$  ist. Diese Wellenlänge grenzt die blaue Lichtkomponente von der grünen Lichtkomponente ab. Bei dem vorzugsweisen Ausführungsbeispiel ist  $\lambda_1$  etwa 500 nm.

Der polarisierende Strahlenteiler 22 reflektiert die S-polarisierten Lichtkomponenten, deren Wellenlänge kürzer als die Rot-Grün-Wellenlänge  $\lambda_2$  ist. Diese grenzt die grüne von der roten Lichtkomponente ab. Bei dem vorzugsweisen Ausführungsbeispiel ist  $\lambda_2$  etwa 600 nm.

Der polarisierende Strahlenteiler 23 reflektiert das S-polarisierte Licht, welches, von der Lichtquelle her gesehen, nacheinander durch die polarisierenden Strahlenteiler 21 und 22 geleitet wird.

Die Reflexionsspektren der polarisierenden Strahlenteiler 21, 22, 23 sind in Fig. 4A, 4B und 4C dargestellt. Wie Fig. 4A zeigt, fällt der mit der Lichtquelle 10 erzeugte Lichtfluß auf den polarisierenden Strahlenteiler 21, und das S-polarisierte Licht hat eine Wellenlänge entsprechend blauem Licht und wird reflektiert. Das S-polarisierte Licht entsprechend dem grünen und dem roten Anteil sowie P-polarisiertes Licht werden vom polarisierenden Strahlenteiler 21 jeweils durchgelassen und fallen auf den polarisierenden Strahlenteiler 22.

Wie Fig. 4B zeigt, wird das dem grünen Licht entsprechende S-polarisierte Licht an dem polarisierenden Strahlenteiler 22 reflektiert. Das dem roten entsprechende S-polarisierte Licht sowie das P-polarisierte Licht werden von dem polarisierenden Strahlenteiler 22 jedoch durchgelassen und fallen auf den polarisierenden Strahlenteiler 23.

Wie Fig. 4C zeigt, wird das dem roten entsprechende S-polarisierte Licht an dem polarisierenden Strahlenteiler 23 reflektiert. Das P-polarisierte Licht wird jedoch durchgelassen und fällt auf den Spiegel 24.

Ferner ändert sich die Durchlässigkeit für das P-polarisierte Licht bei den polarisierenden Strahlenteilern 21, 22 und 23 nicht mit der Wellenlänge des P-polarisierten Lichts. Daher kann das gesamte sichtbare Licht durchgelassen werden. Wenn ferner der Einfallswinkel des Lichtflusses mit Bezug auf die Polarisationsfläche dem Brewster-Winkel nahekommt, ist es leichter, die polarisierende Trennfläche mit maximaler Polarisations-Trenneigenschaft zu realisieren.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel wird ein kubisches Prisma als polarisierender Strahlenteiler verwendet, und deshalb ist der Brechungsindex des Mediums in der Umgebung des polarisierenden Teilungsfilters weitgehend gleich, und der Brewster-Winkel beträgt etwa 45°. Daher ist der LCD-Projektor so aufgebaut, daß der Lichtfluß in die polarisierende Teilungsfläche unter einem Winkel von 45° eintritt.

Die LCD-Felder 30 bis 32 modulieren den jeweiligen Lichtfluß mit Bilddaten aus einem Videosignal. Das LCD-Feld 30 moduliert den S-polarisierten Lichtfluß entsprechend dem blauen Licht, der an dem polarisierenden Strahlenteiler 21 reflektiert wurde. Ähnlich moduliert das LCD-Feld 31 den S-polarisierten Lichtfluß entsprechend dem grünen Licht, der an dem polarisierenden Strahlenteiler 22 reflektiert wurde. Ferner moduliert das LCD-Feld 32 den S-polarisierten Lichtfluß entsprechend dem roten Licht, das an dem polarisierenden Strahlenteiler 23 reflektiert wurde. Das Helligkeits-LCD-Feld 33 moduliert das P-polarisierte Licht, das an dem Spiegel 24 reflektiert wird. Die LCD-Felder 30 bis 33 sind so angeordnet, daß sie zu dem Projektionsobjektiv 51 übereinstimmende optische Weglänge haben. Die polarisierende Strahlenteilergruppe 41 hat einen ähnlichen Aufbau wie die polarisierende Strahlenteilergruppe 20. Deshalb reflektiert der polarisierende Strahlenteiler 43 den S-polarisierten Lichtfluß entsprechend blauem Licht, der polarisierende Strahlenteiler 42 reflektiert den S-polarisierten Lichtfluß entsprechend grünem Licht und der polarisierende Strahlenteiler 43 reflektiert den S-polarisierten Lichtfluß entsprechend rotem Licht.

Der P-polarisierte Lichtfluß entsprechend der Helligkeit wird mit dem Spiegel 40 reflektiert und durch die polarisierenden Strahlenteiler 41, 42 und 43 geleitet, um mit den S-polarisierten Lichtflüssen des blauen, grünen und roten Lichtes kombiniert zu werden. Der kombinierte Lichtfluß wird mit dem Projektionsobjektiv 51 auf den Schirm 50 projiziert.

Wie vorstehend beschrieben, wird in einem LCD-Projektor 60 beschriebener Art praktisch der gesamte Lichtfluß auf den Schirm projiziert. Somit entsteht dort ein helles Bild. Ferner reicht die Helligkeit des Bildes aus, um ein sichtbares Bild auf dem Schirm zu erzeugen, auch wenn der umgebende Raum hell erleuchtet ist.

Die folgende Tabelle zeigt die Reflexionsspektren der polarisierenden Strahlenteiler. W1, W2 und W3 sind die Wellenlängenbereiche des S-polarisierten Lichtes, das an den polarisierenden Strahlenteilern 21, 22 und 23 reflektiert wird. Beim dem vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel wird die Kombination (1) verwendet. Es können jedoch auch die Kombinationen (2) bis (4) angewendet werden.

Tabelle 1

(1)	(2)	(3)	(4)
$W1 \leq \lambda_1$ (B)	$W1 \leq \lambda_1$ (B)	$W1 \geq \lambda_2$ (R)	$W1 \geq \lambda_2$ (R)
$W2 \leq \lambda_2$ (G)	$W2 \geq \lambda_2$ (R)	$W2 \leq \lambda_1$ (B)	$W2 \geq \lambda_1$ (G)
$W3$ (R)	$W3$ (G)	$W3$ (G)	$W3$ (B)

Es ist möglich, den polarisierenden Strahlenteiler 22, der den S-polarisierten Lichtfluß entsprechend grünem Licht reflektiert, der Lichtquelleneinheit 10 am nächsten anzuordnen. In diesem Fall muß die Bandbreite des Reflexionsspektrums des polarisierenden Strahlenteilers 22 nur den Lichtfluß mit einer Wellenlänge zwischen der blau-grünen Wellenlänge  $\lambda_1$  und der rot-grünen Wellenlänge  $\lambda_2$  reflektieren. Es ist jedoch schwierig und kostspielig, dieses Reflexionsspektrum nach Dünnschichttechnologie zu realisieren. Deshalb ist in diesem Ausführungsbeispiel der Strahlenteiler, welcher den Lichtfluß entsprechend blauem Licht reflektiert oder der Strahlenteiler, der den Lichtfluß entsprechend rotem Licht reflektiert, d. h. ein polarisierender Strahlenteiler, der Licht außerhalb des Bereichs zwischen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  reflektiert, der Lichtquelleneinheit 10 am nächsten angeordnet.

Der Grund besteht darin, daß die Reflexion des Lichtflusses entsprechend dem blauem Licht nur für Wellenlängen nahe  $\lambda_1$  genau bemessen sein muß. Ähnlich erfordert die Reflexion des Lichtflusses entsprechend dem roten Licht nur die genaue Bemessung des Reflexionsspektrums für Wellenlängen nahe  $\lambda_2$ .

Ferner wird durch Anordnen des polarisierenden Strahlenteilers 21 oder 23 zum Reflektieren des Lichtflusses entsprechend blauem oder rotem Licht nahe der Lichtquelleneinheit erreicht, daß der polarisierende Strahlenteiler 22 den anderen der beiden Lichtflüsse (d. h. grün und rot oder blau und grün) teilen muß. Deshalb muß das Reflexionsspektrum des polarisierenden Strahlenteilers 22 nur genau zur Filterung von Licht bemessen sein, das entweder der Rot-Grün-Wellenlänge  $\lambda_1$  oder der Blau-Grün-Wellenlänge  $\lambda_2$ , nicht aber beiden Wellenlängen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  nahekommt.

Wie vorstehend beschrieben, sind bei dem ersten Ausführungsbeispiel des LCD-Projektors die Reflexionsspektren eines jeden polarisierenden Strahlenteilers so bemessen, daß jeder das gesamte Licht mit einer Wellenlänge reflektiert, die kürzer als ein vorbestimmter Wert ist (d. h.  $\lambda_1$  oder  $\lambda_2$ ). Ein solcher polarisierender Strahlenteiler kann in verfügbarer Herstelltechnologie und Schichtaufbau leichter hergestellt werden.

Fig. 5 zeigt schematisch den Aufbau des optischen Systems eines LCD-Projektors 160 gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Hier wird ein flacher polarisierender Strahlenteiler anstelle des kubischen Prismas des ersten Ausführungsbeispiels verwendet.

Der LCD-Projektor 160 ist ähnlich dem LCD-Projektor 60 aufgebaut, weshalb gleichartige Teile übereinstimmende Bezugszeichen haben.

Das regellos polarisierte weiße Licht der Lichtquelleneinheit 10 wird farblich mit der polarisierenden Strahlenteilergruppe 120 in drei separate S-polarisierte Lichtflüsse geteilt (entsprechend den Wellenlängen im blauen, grünen und roten Bereich), und in einen P-polarisierten Lichtfluß entsprechend der Helligkeit. Die drei S-polarisierten Lichtflüsse werden mit der Bildinformation moduliert, wozu die LCD-Felder 30 bis 32 dienen. Der P-polarisierte Lichtfluß wird an dem Spiegel 124 reflektiert und dann mit dem LCD-Feld 33 moduliert. Die modulierten Lichtflüsse werden dann wieder zu einem einzigen Lichtfluß in der polarisierenden Strahlenteilergruppe 140 kombiniert und mit dem Projektionsobjektiv 51 auf den Schirm 50 projiziert.

Im folgenden werden die Strahlenteilergruppen 120 und 140 eingehender beschrieben.

Die polarisierende Strahlenteilergruppe 120 enthält die polarisierenden Strahlenteiler 121, 122 und 123. Der polarisierende Strahlenteiler 121 hat ein derartiges Reflexionsspektrum, daß er S-polarisierten Lichtfluß mit einer Wellenlänge kürzer als die blau-grüne Wellenlänge  $\lambda_1$  reflektiert. Der übrige S-polarisierte Lichtfluß und der P-polarisierte Lichtfluß werden von dem Strahlenteiler 121 durchgelassen.

Ähnlich hat der polarisierende Strahlenteiler 122 ein derartiges Reflexionsspektrum, daß der S-polarisierte Lichtfluß mit einer Wellenlänge kleiner als die rot-grüne Wellenlänge  $\lambda_2$  reflektiert wird. Der übrige S-polarisierte Lichtfluß und P-polarisierte Lichtfluß werden von dem polarisierenden Strahlenteiler 122 durchgelassen.

Der polarisierende Strahlenteiler 123 hat ein derartiges Reflexionsspektrum, daß der übrige S-polarisierte Lichtfluß reflektiert wird, während der P-polarisierte Lichtfluß zum Spiegel 124 durchgelassen wird. Bei Verwendung des flachen polarisierenden Strahlenteilers ist das Verhältnis der Reflexionsfähigkeit der Medien beiderseits der polarisierenden Fläche etwa 1 : 1,4 bis 1 : 2,0, da das Medium vor der polarisierenden Fläche Luft ist. Daher liegt der Brewster-Winkel im Bereich von 55° bis 63°. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel wird deshalb der Einfallswinkel des Lichtflusses bei jedem polarisierenden Strahlenteiler 121, 122 und 123 auf 60° eingestellt.

Die von den LCD-Feldern 30 bis 33 kommenden Lichtflüsse werden mit der polarisierenden Strahlenteilergruppe 140 kombiniert. Diese enthält die polarisierenden Strahlenteiler 141, 142 und 143. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel sind die Reflexionsspektren der polarisierenden Strahlenteiler 141, 142 und 143 ähnlich denjenigen der Strahlenteiler 121, 122 und 123.

Wie oben beschrieben können das S-polarisierte und das P-polarisierte Licht genau getrennt werden, und es wird eine Störung des zu projizierenden Bildes vermieden, indem polarisierende Strahlenteiler mit den beschriebenen Reflexionsspektren verwendet werden, die leicht herstellbar sind. Ferner ist nur ein Spiegel zur Reflexion des P-polarisierten Lichtes erforderlich, da sich die optischen Achsen auf der Lichtquellenseite und der Projektionsoptikseite kreuzen. Deshalb reduziert sich bei dem zweiten Ausführungsbeispiel die Zahl der für den LCD-Projektor erforderlichen Teile.

Die Erfindung ermöglicht ein effektives Projizieren des Lichtflusses auf den Schirm, so daß ein sehr gut sichtbares Bild entsteht. Da das optische System aus polarisierenden Strahlenteilern mit stabilen Reflexionsspektren besteht, ist die Möglichkeit der Störung des Bildes durch unvollständige Polarisationsstrennung nur gering, und die Kosten des gesamten optischen Systems werden klein gehalten.

#### Patentansprüche

1. LCD-Projektor mit einer Weißlichtquelle zur Abgabe eines regellos polarisierten Lichtflusses, mit mehreren LCD-Feldern zur Modulation durch sie hindurch tretender Lichtflüsse, gekennzeichnet durch eine erste Vorrichtung (21) zur Reflexion eines ersten Teils des Lichtflusses mit einer ersten Polarisation und einer Wellenlänge in einem ersten vorbestimmten Bereich auf ein erstes LCD-Feld (30), eine zweite Vorrichtung (22) zur Reflexion eines zweiten, nicht auf das erste LCD-Feld (30) reflektierten Lichtflusses auf ein zweites LCD-Feld (31) mit einer ersten Polarisation und einer Wellenlänge in einem zweiten vorbestimmten Bereich, eine dritte Vorrichtung (23) zur Reflexion eines dritten, nicht auf das zweite LCD-Feld (31) reflektierten Teils des Lichtflusses auf ein drittes LCD-Feld (32) mit der ersten Polarisation und einer Wellenlänge in einem dritten vorbestimmten Bereich, und eine vierte Vorrichtung (24) zur Reflexion eines vierten, nicht auf das dritte LCD-Feld (32) reflektierten Teils des Lichtflusses auf ein viertes LCD-Feld (33) mit einer zweiten Polarisation.
2. LCD-Projektor nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine erste Vorrichtung (43) zur Kombination des modulierten dritten Teils des Lichtflusses aus dem dritten LCD-Feld (32) mit dem modulierten vierten Teil des Lichtflusses aus dem vierten LCD-Feld (33) zu einem ersten kombinierten Lichtfluß, eine zweite Vorrichtung (42) zur Kombination des modulierten zweiten Teils des Lichtflusses aus dem zweiten LCD-Feld (31) mit dem ersten kombinierten Lichtfluß zu einem zweiten kombinierten Lichtfluß, eine dritte Vorrichtung (41) zur Kombination des modulierten ersten Teils des Lichtflusses aus dem ersten LCD-Feld (30) mit dem zweiten kombinierten Lichtfluß zu einem dritten kombinierten Lichtfluß, und eine Vorrichtung (51) zur Projektion des dritten kombinierten Lichtflusses auf einen Schirm (50).
3. LCD-Projektor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vierte Reflexionsvorrichtung (24) ein Spiegel zur Reflexion des vierten Lichtflusses auf das vierte LCD-Feld (33) ist.
4. LCD-Projektor nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch einen weiteren Spiegel (44) zur Reflexion des modulierten vierten Teils des Lichtflusses aus dem vierten LCD-Feld (33) auf die erste Kombinationsvorrichtung (43).
5. LCD-Projektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste, an der ersten Reflexionsvorrichtung (21) reflektierte Teil des Lichtflusses eine Wellenlänge kürzer als eine erste vorbestimmte Wellenlänge hat, daß der zweite, an der zweiten Reflexionsvorrichtung (22) reflektierte Teil des Lichtflusses eine Wellenlänge kürzer als eine zweite vorbestimmte Wellenlänge hat, wobei die zweite vorbestimmte Wellenlänge länger als die erste vorbestimmte Wellenlänge ist, und daß der dritte, an der dritten Reflexionsvorrichtung (23) reflektierte Teil des Lichtflusses eine Wellenlänge länger als die zweite vorbestimmte Wellenlänge hat.
6. LCD-Projektor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste vorbestimmte Wellenlänge eine Blau-Grün-Grenzwellenlänge ist, und daß die zweite vorbestimmte Wellenlänge eine Grün-Rot-Grenzwellenlänge ist.
7. LCD-Projektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Reflexionsvorrichtung (21) ein erster polarisierender Strahlenteiler, die zweite Reflexionsvorrichtung (22) ein zweiter polarisierender Strahlenteiler und die dritte Reflexionsvorrichtung (23) ein dritter polarisierender Strahlenteiler ist, daß jeder polarisierende Strahlenteiler (21, 22, 23) Lichtfluß reflektiert, der so polarisiert ist, daß sein elektrischer Vektor senkrecht auf der Einfallsebene des ersten polarisierenden Strahlenteilers (21) steht und Lichtfluß durchläßt, der so polarisiert ist, daß sein elektrischer Vektor parallel zu der Einfallsebene steht.
8. LCD-Projektor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kombinationsvorrichtung (43) ein vierter, dem dritten (23) gleichartiger polarisierender Strahlenteiler ist, daß die zweite Kombinationsvorrichtung (42) ein fünfter, dem zweiten (22) gleichartiger polarisierender Strahlenteiler ist, und daß die dritte Kombinationsvorrichtung (41) ein sechster, dem ersten (21) gleichartiger polarisierender Strahlenteiler ist.
9. LCD-Projektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Reflexionsvorrichtung (21) so angeordnet ist, daß der Einfallswinkel des Lichtflusses gleich dem Brewster-Winkel ist, und daß die zweite, die dritte und die vierte Reflexionsvorrichtung (22, 23, 24) parallel zur ersten Reflexionsvorrichtung (21) angeordnet sind.
10. LCD-Projektor mit einer Lichtquelle für regellos polarisiertes weißes Licht, gekennzeichnet durch einen ersten polarisierenden Strahlenteiler (121) mit einem Reflexionsspektrum für rotes oder blaues Licht mit einer ersten Polarisation und zum Durchlassen des übrigen Teils des Lichtflusses, einen zweiten polarisierenden Strahlenteiler (122) mit einem Reflexionsspektrum für einen Teil des von dem



- ersten polarisierenden Strahlentiler durchgelassenen Lichtflusses mit grünem Licht und der ersten Polarisation sowie zum Durchlassen des übrigen Lichtflusses, durch einen dritten polarisierenden Strahlenteiler (123) mit einem Reflexionsspektrum für einen Teil des von dem zweiten polarisierenden Strahlenteiler (122) durchgelassenen Lichtflusses mit rotem oder blauem Licht und der ersten Polarisation, der an dem ersten polarisierenden Strahlenteiler (121) nicht reflektiert wurde, sowie zum Durchlassen eines dritten übrigen Teils des Lichtflusses, drei LCD-Felder (30, 31, 32) jeweils zum Modulieren eines der reflektierten Lichtflüsse und ein viertes LCD-Feld (33) zur Modulation einer Lichtkomponente mit einer zweiten Polarisation, die von dem dritten polarisierenden Strahlenteiler (23) durchgelassen wird. 5
11. LCD-Projektor nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch einen vierten polarisierenden Strahlenteiler (143) zur Kombination von Licht der ersten Polarisation nach Modulation mit einem ersten LCD-Feld (32), mit Licht mit der zweiten Polarisation, das mit dem vierten LCD-Feld (33) moduliert wird, um einen ersten Lichtfluß zu erzeugen, einen fünften polarisierenden Strahlenteiler (142) zur Kombination des Lichtes der ersten Polarisation nach Modulation mit einem zweiten LCD-Feld (31) mit dem ersten Lichtfluß zur Bildung eines zweiten Lichtflusses, 10
- einen sechsten polarisierenden Strahlenteiler (141) zur Kombination des Lichtes der ersten Polarisation nach Modulation mit dem dritten LCD-Feld (30) mit dem zweiten Lichtfluß zur Bildung eines dritten Lichtflusses, und eine Vorrichtung (51) zur Projektion des dritten Lichtflusses auf einen Schirm (50). 15
12. LCD-Projektor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der erste polarisierende Strahlenteiler (121) ein Reflexionsspektrum derart hat, daß Licht der ersten Polarisation und einer Wellenlänge kleiner als eine erste vorbestimmte Wellenlänge reflektiert wird. 20
13. LCD-Projektor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite polarisierende Strahlenteiler (122) ein derartiges Reflexionsspektrum hat, daß Licht mit der ersten Polarisation und einer Wellenlänge kleiner als eine zweite vorbestimmte Wellenlänge reflektiert wird, die größer als die erste vorbestimmte Wellenlänge ist. 25
14. LCD-Projektor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die erste vorbestimmte Wellenlänge eine Blau-Grün-Grenzwellenlänge ist, und daß die zweite Wellenlänge eine Grün-Rot-Grenzwellenlänge ist. 30
15. LCD-Projektor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der erste polarisierende Strahlenteiler (121) ein derartiges Reflexionsspektrum hat, daß Licht mit der ersten Polarisation und einer Wellenlänge größer als die erste vorbestimmte Wellenlänge reflektiert wird. 35
16. LCD-Projektor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite polarisierende Strahlenteiler (122) ein derartiges Reflexionsspektrum hat, daß Licht mit der ersten Polarisation und einer Wellenlänge größer als die zweite vorbestimmte Wellenlänge reflektiert wird, und daß die zweite Wellenlänge größer als die erste Wellenlänge ist. 40
17. LCD-Projektor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die erste vorbestimmte Wellenlänge eine Grün-Rot-Grenzwellenlänge ist, und daß die zweite Wellenlänge eine Blau-Grün-Grenzwellenlänge ist. 45
18. Verfahren zum Teilen eines mit einer Weißlichtquelle erzeugten regellos polarisierten Lichtflusses in einem LCD-Projektor in verschiedene Lichtkomponenten unterschiedlicher Wellenlänge und Polarisation, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- Reflexion eines ersten Teils des Lichtflusses mit einer ersten Polarisation und einer Wellenlänge innerhalb eines ersten vorbestimmten Bereichs auf ein erstes LCD-Feld (30), 50
- Reflexion eines zweiten, nicht auf das erste LCD-Feld (30) reflektierten Teils des Lichtflusses auf ein zweites LCD-Feld (31) mit einer ersten Polarisation und einer Wellenlänge in einem zweiten vorbestimmten Bereich, 55
- Reflexion eines dritten, nicht auf das zweite LCD-Feld (31) reflektierten Teils auf ein drittes LCD-Feld (32) mit einer ersten Polarisation und einer Wellenlänge in einem dritten vorbestimmten Bereich, und 60
- Reflexion eines vierten, nicht auf das dritte LCD-Feld (32) reflektierten Teils des Lichtflusses auf ein viertes LCD-Feld (33) mit einer zweiten Polarisation. 65

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

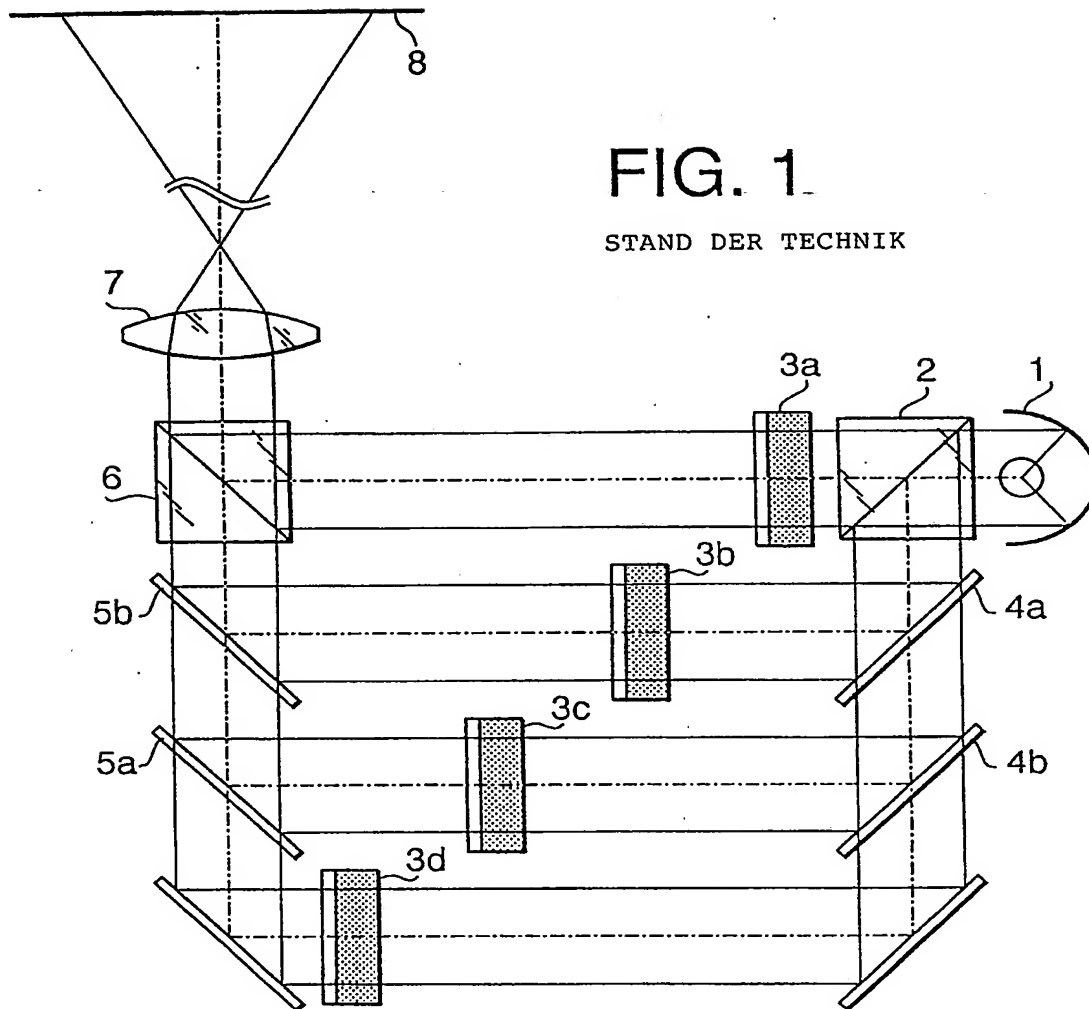


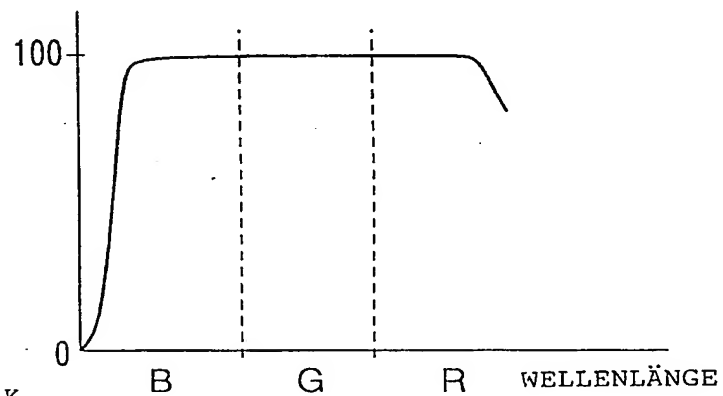
FIG. 1

STAND DER TECHNIK

REFLEXION

FIG. 2

STAND DER TECHNIK



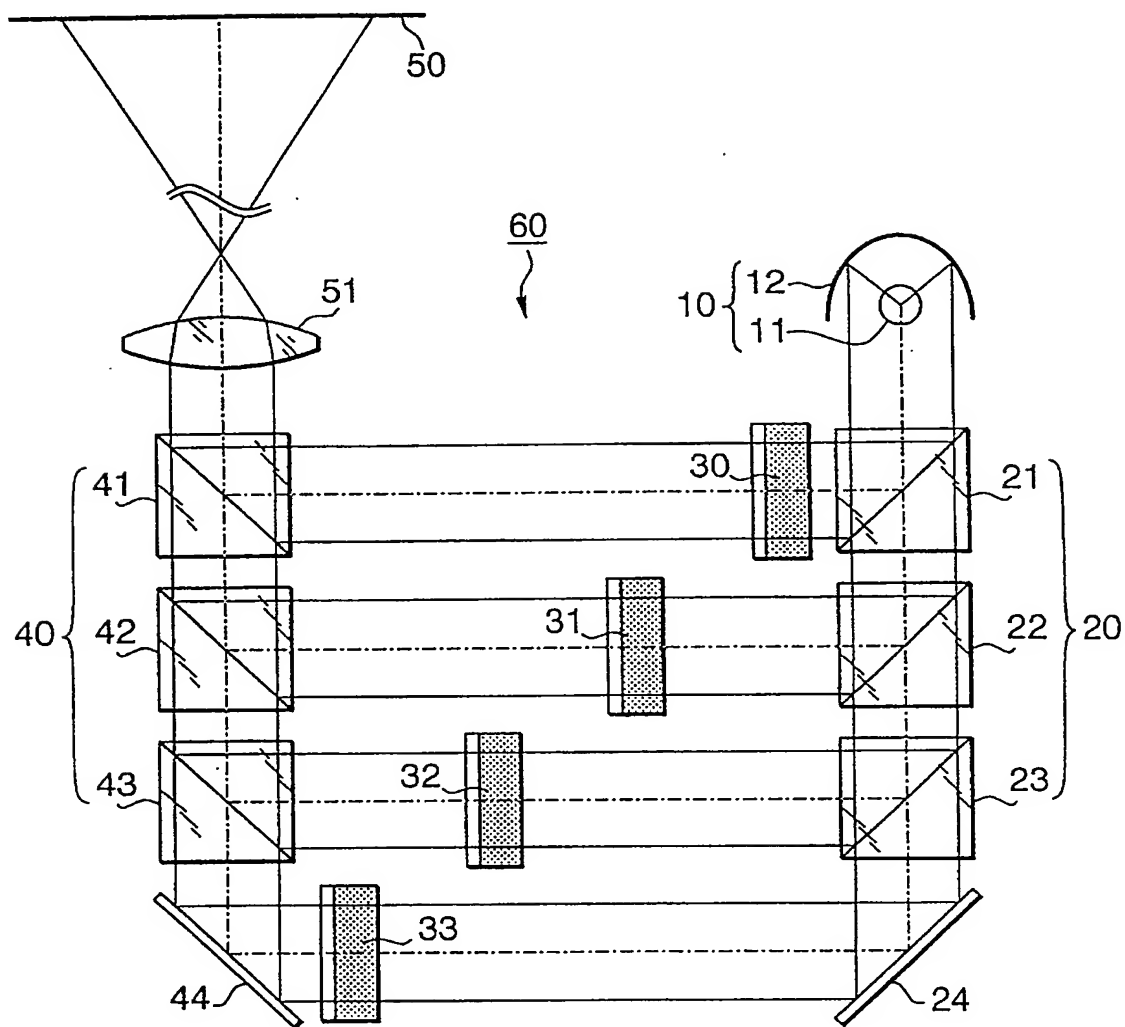
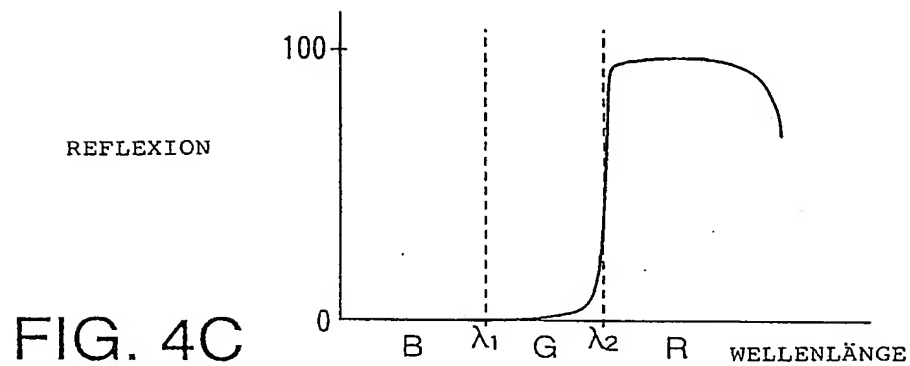
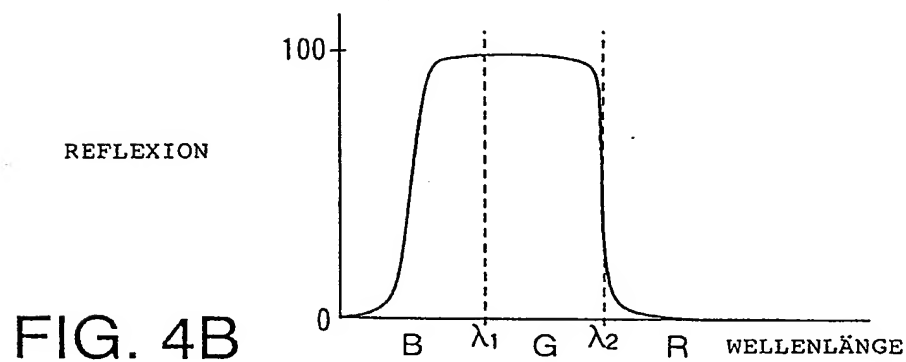
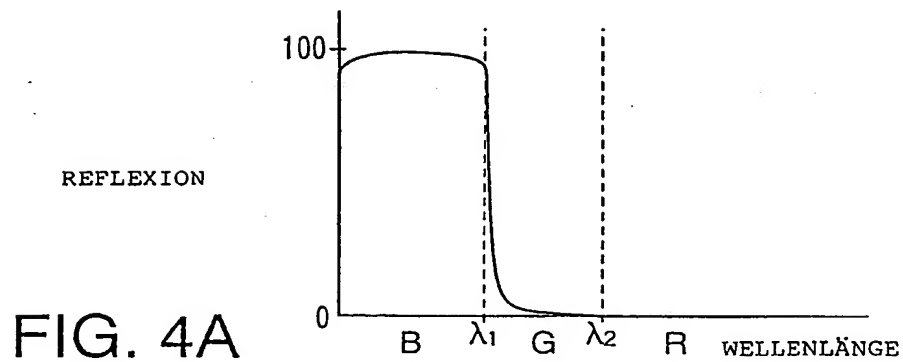


FIG. 3



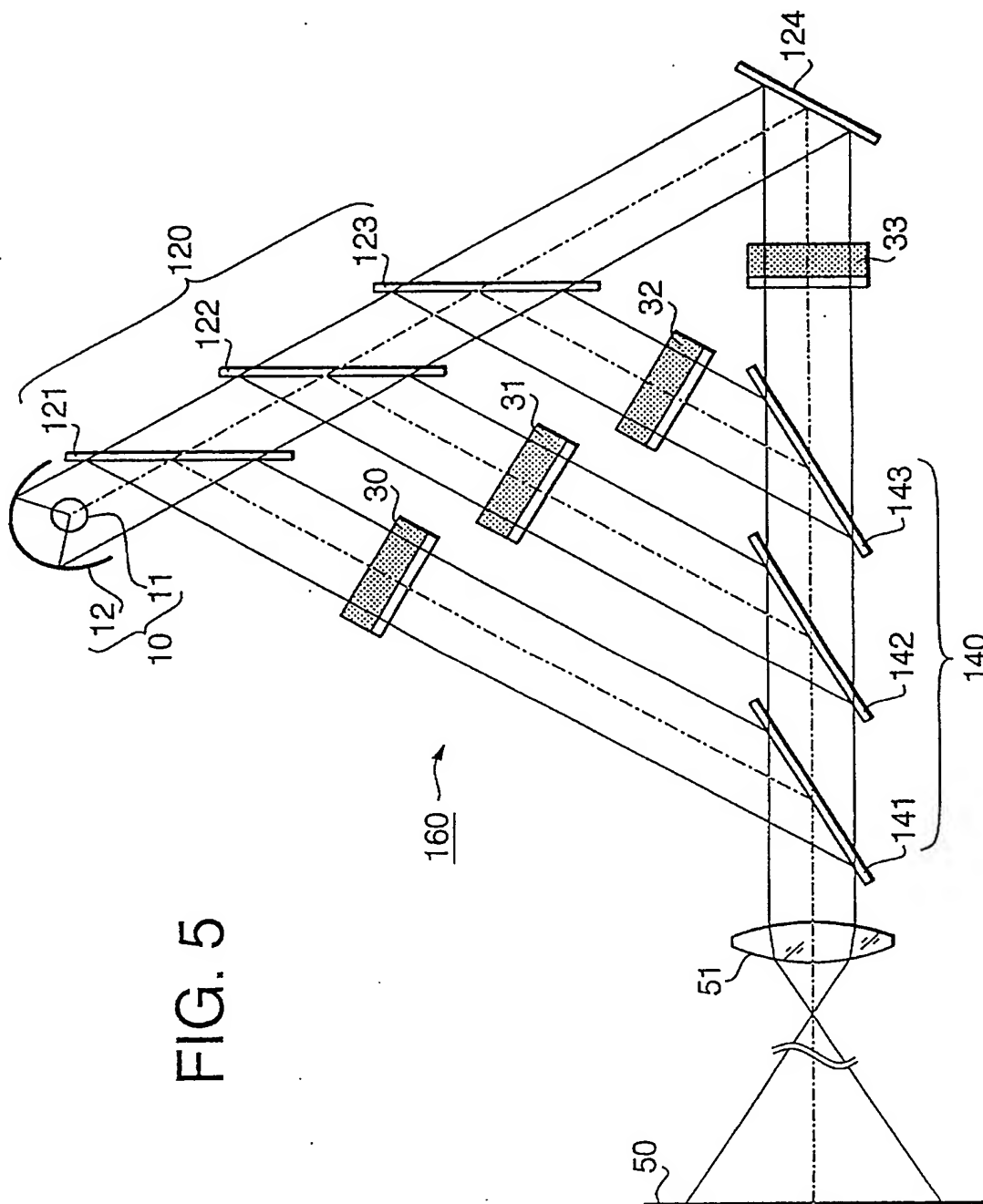


FIG. 5